

27.9.2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JP04/9181

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 7月 4日

出願番号  
Application Number: 特願 2003-271038  
[ST. 10/C]: [JP 2003-271038]

出願人  
Applicant(s): 株式会社不二越  
石田 清仁

RECEIVED
21 OCT 2004
WIPO PCT

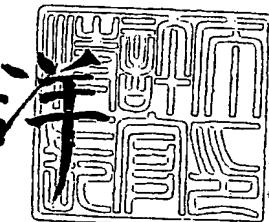
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17 1(a) OR (b)

2004年 9月 15日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

八月十五日



**【書類名】** 特許願  
**【整理番号】** PE03099  
**【提出日】** 平成15年 7月 4日  
**【あて先】** 特許庁長官 太田 信一郎 殿  
**【国際特許分類】** C23C 8/22  
**【発明者】**  
**【住所又は居所】** 富山県富山市不二越本町一丁目 1番 1号 株式会社不二越内  
**【氏名】** 天野 宏地  
**【発明者】**  
**【住所又は居所】** 富山県富山市不二越本町一丁目 1番 1号 株式会社不二越内  
**【氏名】** 原 恭  
**【発明者】**  
**【住所又は居所】** 富山県富山市不二越本町一丁目 1番 1号 株式会社不二越内  
**【氏名】** 町 哲司  
**【発明者】**  
**【住所又は居所】** 宮城県仙台市青葉区上杉 3丁目 5番 20号  
**【氏名】** 石田 清仁  
**【特許出願人】**  
**【識別番号】** 000005197  
**【氏名又は名称】** 株式会社不二越  
**【代表者】** 井村 健輔  
**【特許出願人】**  
**【識別番号】** 591149229  
**【氏名又は名称】** 石田 清仁  
**【代理人】**  
**【識別番号】** 100077997  
**【弁理士】**  
**【氏名又は名称】** 河内 潤二  
**【電話番号】** 03-3433-3257  
**【手数料の表示】**  
**【予納台帳番号】** 052652  
**【納付金額】** 21,000円  
**【提出物件の目録】**  
**【物件名】** 特許請求の範囲 1  
**【物件名】** 明細書 1  
**【物件名】** 図面 1  
**【物件名】** 要約書 1  
**【包括委任状番号】** 0008371

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項1】

金属線、金属帯もしくは金属パイプを5kPa以下の減圧下で鎖式飽和炭化水素または鎖式不飽和炭化水素ガスまたは環状炭化水素を浸炭源とした真空浸炭法により連続的に浸炭する方法であって、前記浸炭源は850℃～1050℃に加熱された炉心管に1箇所または複数箇所接続された配管から連続的に導入および排気されることによって炉心管内部の前記浸炭源導入部から排気部分の範囲が適正圧力および雰囲気に保たれ、そこを通過する金属線、金属帯もしくは金属パイプを浸炭させ、浸炭された金属線、金属帯もしくは金属パイプがその後通過する区間では炉心管内部が前記浸炭源の存在しない真空またはキャリアガス雰囲気に調整されていて、金属線、金属帯もしくは金属パイプがそこを通過する間に、先に金属線、金属帯もしくは金属パイプの表面部分に浸炭された炭素が断面内部へ拡散することを特徴とする連続真空浸炭方法。

## 【請求項2】

前記炉心管は1本または複数本直列に配置され、浸炭拡散またはそれを複数回繰り返し、その浸炭拡散用炉心管の両側には金属線、金属帯もしくは金属パイプを炉心管へ導入および炉心管から出てきた金属線、金属帯もしくは金属パイプを巻き取る繰り出し巻取り機構が付属し、炉心管および炉心管加熱用ヒータは炉心管内部より低圧に保たれた真空容器内に格納されており、金属線、金属帯もしくは金属パイプ巻き取りおよび繰り出し機構は全体が真空容器内部に格納されているかまたは大気中において繰り出し巻取り機構から差動排気機構を付属させて金属線、金属帯もしくは金属パイプの移動によって真空容器中に大気が侵入することを防ぐようにできていることを特徴とする請求項1記載の連続真空浸炭方法。

## 【請求項3】

直径0.02mm～3mmの金属線、厚みもしくは幅が0.02mm～3mmの金属帯もしくは肉厚が0.02mm～3mmの金属パイプを請求項1もしくは2記載の連続真空浸炭方法にて金属線、金属帯もしくは金属パイプの断面中心部まで浸炭することを特徴とする連続真空浸炭方法。

## 【請求項4】

金属線、金属帯もしくは金属パイプを請求項1もしくは2記載の連続真空浸炭方法にて金属線、金属帯もしくは金属パイプの表層部のみを浸炭することを特徴とする連続真空浸炭方法。

## 【請求項5】

前記金属線、金属帯もしくは金属パイプは、その炭素含有量が通常使用される量もしくはそれより少ない機械構造用炭素鋼、機械構造用合金鋼、工具鋼、ばね鋼もしくはステンレス鋼を請求項1もしくは2記載の連続真空浸炭方法により連続的に浸炭し、断面内部または表面近傍を通常の鋼と同等もしくはそれ以上の炭素含有量とすることを特徴とする金属線、金属帯もしくは金属パイプの製造方法。

## 【請求項6】

前記金属線、金属帯もしくは金属パイプは、ボロン、チタン、バナジウム、クロム、ジルコニウム、ニオブ、モリブデン、ハフニウム、タンタル、タングステンの炭化物形成元素を1元素以上含むニッケルまたはコバルト合金を請求項1もしくは2記載の連続真空浸炭方法により連続的に浸炭し、断面内部または表面近傍を通常の合金以上の炭素含有量とすることを特徴とする金属線、金属帯もしくは金属パイプの製造方法。

## 【請求項7】

前記金属線、金属帯もしくは金属パイプは、ボロン、チタン、バナジウム、クロム、ジルコニウム、ニオブ、モリブデン、ハフニウム、タンタル、タングステンの炭化物形成元素のうちの1元素を主成分とする金属または合金を請求項1もしくは2記載の連続真空浸炭方法により連続的に浸炭し、断面内部または表面近傍を通常の前記合金以上の炭素含有量とすることを特徴とする金属線、金属帯もしくは金属パイプの製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】金属線、金属帯もしくは金属パイプの連続真空浸炭方法およびその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、韌性と耐摩耗性に優れた耐摩耗部品等の製造方法に関するものであり、特に炭素含有量が通常使用される量もしくはそれより少ない工具鋼もしくはステンレス鋼鋼線に浸炭することで、通常の炭素含有量もしくはそれ以上の炭素を含有する鋼線にする浸炭方法およびニッケル合金線に浸炭することで、通常の炭素含有量もしくはそれ以上の炭素を含有するニッケル合金線にする浸炭方法に関する。

【背景技術】

【0002】

耐磨耗用材料として用いられる鋼のほとんどは、炭素量が比較的多いので冷間加工性が悪い。従って鋼線の冷間線引工程においては、加工硬化した線材に頻繁に歪取り焼鈍を実施して硬さを下げる必要があり、工程のリードタイムが長くなるという問題がある。更に溶製材の場合、その凝固過程で巨大一次炭化物が生成される。そして、この巨大炭化物は、その後の熱間加工、冷間加工でも破壊しきれずに残存するため、線材として使用する際に破壊の応力集中源として大きく作用し、欠けや折損を引き起こす、といった問題点がある。このような問題点に対して、特許文献1においては、低炭素量の鋼材を線引加工後に中心部まで浸炭化することにより高い製造効率で、硬質な炭化物が微細かつ均一に分布させて、優れた韌性と耐磨耗性を有する金属部材を提供する技術が開示されているが、線を浸炭する方法については開示も示唆もなされていない。さらに、特許文献1および2においては金属帯を連続的に浸炭する方法が開示されているが、特許文献1に示されている中心部まで浸炭する場合に関しては、開示も示唆もされていない。

【特許文献1】特許第3053605号公報

【特許文献2】特開平6-192814号公報

【特許文献3】特開平7-126829号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

鋼を浸炭する際の浸炭深さに対して、実用上半無限遠深さの大きさを有する物体に浸炭を行う場合、浸炭ガスの炭素ボテンシャルを調節して浸炭するガス浸炭であれ、減圧下で浸炭を行う真空浸炭であれ、既に公知の技術である。しかし、特許文献1（特許第3053605号公報）に示される浸炭を鋼線に適用しようとする場合、半径と浸炭深さが同一であるので、浸炭条件のばらつきがそのまま鋼線断面内部の炭素量に反映されてしまう。これに加え、特にガス浸炭の場合はすすの表面部への付着により浸炭量が多くなることによる粗大炭化物の生成もしくは表面酸化により表面欠陥が生じたり、あるいは炭素量が不足することにより所定の熱処理硬さが得られないという問題が生じやすい。特に線径が小さい場合、浸炭雰囲気ガスの炉内への導入の初期段階において所定の浸炭量に達するので、その制御は困難を極め、さらに比表面積が大きいぶん表面欠陥の影響も無視できない。かかる問題点に関しては、前述した特許文献においては全く開示も示唆もされていない。

【0004】

本発明の課題は前述した問題点に鑑みて鋼線の浸炭量ばらつきの極めて少なく、かつ表面酸化やステイニングの無い浸炭方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の目的を解決するために、請求項1の発明においては、金属線、金属帯もしくは金属パイプを5kPa以下の減圧下で鎖式飽和炭化水素または鎖式不飽和炭化水素ガスまたは環状炭化水素を浸炭源とした真空浸炭法により連続的に浸炭する方法であって、前記浸

炭源は850℃～1050℃に加熱された炉心管に1箇所または複数箇所接続された配管から連続的に導入および排気されることによって炉心管内部の前記浸炭源導入部から排気部分の範囲が適正圧力および雰囲気に保たれ、そこを通過する金属線、金属帯もしくは金属パイプを浸炭させ、浸炭された金属線、金属帯もしくは金属パイプがその後通過する区間では炉心管内部が前記浸炭源の存在しない真空またはキャリアガス雰囲気に調整されていて、金属線、金属帯もしくは金属パイプがそこを通過する間に、先に金属線、金属帯もしくは金属パイプの表面部分に浸炭された炭素が断面内部へ拡散する連続真空浸炭方法を提供する。即ち、金属線、金属帯もしくは金属パイプを5kPa以下の鎖式飽和炭化水素または鎖式不飽和炭化水素ガスまたは環状炭化水素で連続的に真空浸炭するようにした。

#### 【0006】

ここで5kPa以下の鎖式飽和炭化水素または鎖式不飽和炭化水素ガスまたは環状炭化水素ガスは、850℃～1050℃に加熱された炉心管に1箇所または複数箇所接続された配管から連続的に導入および排気されることによって炉心管内部で真空浸炭可能な雰囲気として機能し、そこを通過する金属線、金属帯もしくは金属パイプを浸炭させる。浸炭された金属線、金属帯もしくは金属パイプは引き続き加熱された拡散用炉心管内部を通過するが、ここには浸炭源となるガスが無いので、金属線、金属帯もしくは金属パイプ表面から浸炭された炭素が合金断面内部に拡散する。

#### 【0007】

5kPa以下の減圧下で鎖式飽和炭化水素または鎖式不飽和炭化水素ガスまたは環状炭化水素を浸炭源とした理由は、5kPa以上では表面にすすぐが発生し、正常に浸炭できなくなるからである。また、減圧下とした理由は、常圧下で行うガス浸炭では、表面に5～10μmの酸化物層が生成し、特に比表面積の大きい細線においてはそれによる欠陥が及ぼす影響が大きいからである。

#### 【0008】

炉心管の加熱温度を850℃～1050℃としたのは、850℃以下ではアセチレン等の特定のガスを除いて浸炭源となるべきガスが材料の表面でセメンタイトを形成する反応が開始せず、結果として浸炭されないからと、850℃以下では炭素の鋼中での拡散速度が小さく、浸炭拡散作業が非能率になるからである。1050℃以下としたのは1050℃以上では鋼線の粒成長が著しく、機械的性質を損なうからである。

#### 【0009】

炉心管への浸炭源の導入および排気は炉心管内部の浸炭源を適正圧力および雰囲気に保つために行うものであり、浸炭ガスが導入される位置から排気される部分までの範囲に浸炭源となるガスが存在するが、このガスが拡散部に漏れるのを防止するためにプロッキン部を切り離して、浸炭部に導入される浸炭源ガスを一旦全部炉心管の外側に逃がすことによって浸炭ガスの拡散部への漏れ出しをさらにブロックしてもよい。いずれにしても浸炭部と拡散部の雰囲気をそれぞれ浸炭源ガス雰囲気および、浸炭源の存在しない雰囲気に保つことが重要である。

#### 【0010】

炉心管を1本または複数本直列に配置したのは、中心部まで浸炭するのに必要な量の浸炭を1回で済ませようとする表面に粗大な網目状炭化物を形成する場合があり、これを防止するために複数回のパルス浸炭を行うことができるようにならしてある。1回で浸炭して有害な炭化物が生成しない場合には1本の炉心管でも良いことはいうまでもない。

#### 【0011】

真空容器の圧力を炉心管内部より低くしたのは、炉心管内部のガス組成を望ましい状態に安定して保つためである。反応劣化したガスを速やかに炉心管から真空容器内に出し、真空容器内の汚染ガスが炉心管に流入することを防止するためである。

#### 【0012】

一度に全必要量を浸炭すると鋼表面に粗大炭化物を析出してしまうおそれがある場合は、少しづつ浸炭と拡散を複数回繰り返すパルス浸炭が有効である。そこで、請求項2に記

載の発明においては、前記炉心管は1本または複数本直列に配置され、浸炭拡散またはそれを複数回繰り返し、その浸炭拡散用炉心管の両側には金属線、金属帯もしくは金属パイプを炉心管へ導入および炉心管から出てきた金属線、金属帯もしくは金属パイプを巻き取り機構が付属し、炉心管および炉心管加熱用ヒータは炉心管内部より低圧に保たれた真空容器内に格納されており、金属線、金属帯もしくは金属パイプ巻き取りおよび繰出し機構は全体が真空容器内部に格納されているかまたは大気中においた繰り出しき機構から差動排気機構を付属させて金属線、金属帯もしくは金属パイプの移動によつて真空容器中に大気が侵入することを防ぐようにできている連続真空浸炭方法とした。

### 【0013】

即ち、炉心管を複数本直列に配置しておくと、その中を金属線、金属帯もしくは金属パイプを通すことによってパルス浸炭が可能となる。金属線、金属帯もしくは金属パイプを炉心管内部に送るために炉心管の両側に金属線、金属帯もしくは金属パイプの繰出しおよび巻き取り機構を設けた。炉心管の加熱を行うためのヒータは炉心管内部より低圧に保たれた真空容器内に格納し、線巻き取りおよび繰出し機構は全体が真空容器内部に格納されるかまたは大気中に設置した場合は差動排気機構を付属させ炉内に大気が侵入しない構造のものである。

### 【0014】

また、かかる連続真空浸炭方法によれば、直径0.02mm～3mmの金属線、金属帯もしくは金属パイプにおいて、ばらつきなく中心部まで浸炭することができる。そこで、請求項3に記載の発明においては、直径0.02mm～3mmの金属線、厚みもしくは幅が0.02mm～3mmの金属帯もしくは肉厚が0.02mm～3mmの金属パイプを請求項1もしくは2記載の連続真空浸炭方法にて金属線、金属帯もしくは金属パイプの断面中心部まで浸炭するようにした。

### 【0015】

さらに、金属線、金属帯もしくは金属パイプの表層部のみ浸炭する場合であっても、均一な浸炭ができる。そこで、請求項4に記載の発明においては、金属線、金属帯もしくは金属パイプを請求項1もしくは2記載の連続真空浸炭方法にて金属線、金属帯もしくは金属パイプの表層部のみを浸炭する連続真空浸炭方法とした。

### 【0016】

なお、請求項2の発明において、鋼線の径を0.02mm～3mmとしたのは、0.02mm以下では浸炭深さのコントロールが困難であり、3mm以上では中心部まで浸炭するに要する浸炭時間が長くなり、ガス導入時間のばらつきによる影響が少なく、従って浸炭方法にあえて本願の方法を用いる必要性が無いからである。なお、請求項3のように径とはいうまでもない。

### 【0017】

また、鋼線に炭素含有量が通常使用される量の工具鋼もしくはステンレス鋼鋼線の炭素含有量をさらに増加させても、または炭素含有量が通常使用される量より少ない工具鋼もしくはステンレス鋼鋼線の炭素含有量を通常使用される量と同等もしくはそれ以上に浸炭させるができる。そこで、請求項5に記載の発明においては、前記金属線、金属帯もしくは金属パイプは、その炭素含有量が通常使用される量もしくはそれより少ない機械構造用炭素鋼、機械構造用合金鋼、工具鋼、ばね鋼もしくはステンレス鋼を請求項1もしくは2記載の真空連続浸炭方法により連続的に浸炭し、断面内部または表面近傍を通常の鋼と同等もしくはそれ以上の炭素含有量とした金属線、金属帯もしくは金属パイプの製造方法を提供する。尚、浸炭部分は表面近傍に限定しても、中心部まで全体を浸炭してもよい。また、本発明方法は断面形状が円形の線のみならず、パイプ状や鋼帯などのいかなる異形形状の線であっても、その断面積が小さなものであれば線と同様に有効である。

### 【0018】

また、本発明においては、ニッケル合金、コバルト合金などに浸炭する場合にも有効である。そこで、請求項6に記載の発明においては、前記金属線、金属帯もしくは金属パイ

プは、ボロン、チタン、バナジウム、クロム、ジルコニウム、ニオブ、モリブデン、ハフニウム、タンタル、タングステンの炭化物形成元素を1元素以上含むニッケルまたはコバルト合金を請求項1もしくは2記載の連続真空浸炭方法により連続的に浸炭し、断面内部または表面近傍を通常の合金以上の炭素含有量とする金属線、金属帯もしくは金属パイプの製造方法を提供する。

#### 【0019】

さらに、ニッケル合金、コバルト合金以外の金属にも応用が可能である。そこで、請求項7に記載の発明においては、前記金属線、金属帯もしくは金属パイプは、ボロン、チタン、バナジウム、クロム、ジルコニウム、ニオブ、モリブデン、ハフニウム、タンタル、タングステンの炭化物形成元素のうちの1元素を主成分とする金属または合金を請求項1もしくは2記載の連続真空浸炭方法により連続的に浸炭し、断面内部または表面近傍を通常の前記合金以上の炭素含有量とする金属線、金属帯もしくは金属パイプの製造方法を提供する。

#### 【発明の効果】

#### 【0020】

以上述べたように、本発明の請求項1および2においては、一定浸炭雰囲気の中を連続的に鋼線を送ることにより、径と浸炭深さがほぼ同一レベルであるにもかかわらず、浸炭ばらつきが極めてわずかであり、特に線径が小さい場合においてもその熱処理後の鋼線の品質において所定の硬さが得られなかったり反対に粗大炭化物が生成するような問題を防止する効果を奏するものとなった。

#### 【0021】

また、請求項3、4の発明においては、0.02mm～3mmの種々の断面形状の鋼線を浸炭する場合に本発明方式を適用することによって、中心部まで浸炭したり、表層の浸炭深さばらつきの無い表面硬化鋼線を製造できるという効果を奏するものとなった。

#### 【0022】

また、請求項5においては、炭素含有量が通常使用される量より少ない工具鋼に請求項2記載の浸炭方法を適用することによって、高い製造効率で工具鋼細線を製造できるという効果を奏し、さらにステンレス鋼に請求項3記載の浸炭方法を適用することによって従来の浸炭方法では得られない深さ精度で表面近傍に均一に浸炭層を得ることができるという効果を奏するものとなった。

#### 【0023】

さらに、請求項6、7に記載の発明においては、請求項1、2に記載の連続真空浸炭方法を用いることにより、鋼や合金鋼ばかりでなく、種々の金属に応用でき、ボロン、チタン、バナジウム、クロム、ジルコニウム、ニオブ、モリブデン、ハフニウム、タンタル、タングステンの炭化物形成元素を1元素以上含むニッケルまたはコバルト合金のみならず、ボロン、チタン、バナジウム、クロム、ジルコニウム、ニオブ、モリブデン、ハフニウム、タンタル、タングステン金属または合金の連続真空浸炭処理が可能となった。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0024】

本発明の実施の形態の一例を、図面に基づいて説明する。図1は本発明による鋼線の製造工程例を示す工程図である。図1は工具鋼鋼線の製造工程例であり、通常使用される工具鋼より低炭素の径5～8mmの線引前の圧延コイルを連続的にダイスを5回～20回ほど通して高能率線引し、断面積を1/5以下に細くする。線引によって硬化した線材コイルを連続歪取炉にて所定の温度に加熱することによって硬さを低下させたのち、再度断面積を1/5以下に細くするまで線引し、所定の線径に達するまで線引と連続歪取を繰り返す。所定の線径に線引完了した線に、本発明方式により線の断面内部まで連続真空浸炭処理を施した。浸炭の終わった線材は連続焼入焼き戻し炉によって、連続的に焼入れおよび焼き戻しを施し、所定硬度の線材が得られる。

#### 【0025】

図2は図1で示した本発明の連続真空浸炭炉の断面図である。図2に示すように、本發

明の連続真空浸炭炉においては、所定の線径に線引完了した金属線を巻きつけたボビン13から炉心管1～3を通して巻取りボビン14に接続しておき、排気管8から真空容器9全体を十分に排氣する。10Pa以下の所定の真空度に到達後、ヒータ10に電流を流して炉心管1～3を850～1050℃の所定の温度に加熱する。その後、炉心管に接続された浸炭ガス導入管2およびキャリアガス導入管3からエチレンなどの浸炭源ガスおよび窒素またはアルゴンなどのキャリアガスを導入し、同時に8の真空排気弁を調節することにより炉心管1～3内部の圧力を1～3kPaまで復圧する。かかる雰囲気調整手順の完了後に炉心管を通過した線はボビンに巻き取られ、必要量の線が得られたら、炉を冷却し、真空破壊したのちボビンごと取り出すことによって、浸炭した線が得られる。

### 【0026】

図3は図2に示した本発明に使用する浸炭装置の浸炭ガス導入および排気方式例の説明図である。(A)は炉心管1の斜線部分のみを浸炭源ガス雰囲気とし、隣接する右側の領域を拡散用の領域として浸炭源ガスの存在しない領域とするためのものである。すなわち、浸炭ガス1とキャリアガス2は同時に炉心管内に導入されるが炉心管内部で混合しようとすると、浸炭ガスとキャリアガス導入部の中間部において炉心管から独立に排気することにより、1の浸炭ガスが炉心管の右側へ侵入することを防ぐことができる。(B)は、浸炭ガスの炉心管右側への侵入防止をより確実にするために、炉心管からの排気口を増やしたものである。(C)は、一つの炉心管全体を浸炭用領域あるいは拡散用領域として使用するものであり、この場合は炉心管から直接排気する必要は無い。

### 【0027】

本発明により、ドットプリンタ用ピン、プロープピン、ドリル等に用いられる工具鋼鋼線の製造リードタイムが大幅に短縮できる。また、極細ステンレス鋼鋼線の表面に浸炭す剛性を有する鋼線が得られ、耐食・耐摩耗性の要求される機械部品への応用範囲が広がる。ニッケル合金の1例であるニチノールに浸炭することにより、表面もしくは断面内部に微細な炭化物が析出し、カテーテル用ガイドワイヤへ応用すると、柔軟性とともに適度な剛性を有する操作性に優れたガイドワイヤが得られる。

### 【実施例1】

### 【0028】

前述した、真空浸炭方法により、機械構造用炭素鋼、機械構造用合金鋼、工具鋼、ばね鋼もしくはステンレス鋼線材を試作した結果を表1に示す。試作No.1～No.9は工具鋼線材、試作No.10～No.15はステンレス鋼線材、試作No.16～No.17は炭素鋼線材、試作No.18～19は合金鋼線材、試作No.20～21はばね鋼線材である。工具鋼線材のうち、試作No.1～3で試作した径0.1mmのSKH51相当の鋼線からプロープピンを、試作No.4～6で試作した径3mmのSKH51相当の鋼線からドリルを、そして試作No.7～9で試作した径0.2mmのCo含有高速度工具鋼線からドットピンをそれぞれ製作した。その性能評価結果をそれぞれ図4、図5、図6に示す。

### 【0029】

図4に示すように、プロープピンを製作した試作No.1～3の鋼線のうち試作No.1では通常使用される量より少ない炭素量の径5.5mmの圧延コイルを径0.1mmまで線引後、本願発明の連続真空浸炭方法により通常使用される量の炭素量にした。試作No.2ではNo.1と同じ圧延コイルを同様に線引後、従来の浸炭方法により通常使用される量の炭素量をねらったが、ばらつきが大きいので、所定炭素量範囲内のサンプルを選別してプロープピンに引当した。試作No.3では既に通常使用される量の炭素量を含んだ径5.5mmの圧延コイルを径0.1mmまで線引した。

### 【0030】

また、図5に示すように、ドリルを製作した試作No.4～6の鋼線のうち試作No.4では通常使用される量より少ない炭素量の径5.5mmの圧延コイルを径3mmまで線引後、本願発明の連続真空浸炭方法により通常使用される量の炭素量にした。試作No.

5ではNo. 4と同じ圧延コイルを同様に線引後、従来の浸炭方法により通常使用される量の炭素量にした。試作No. 6では既に通常使用される量の炭素量を含んだ径5.5mmの圧延コイルを径3mmまで線引した。

### 【0031】

さらに、図6に示すように、ドットピンを製作した試作No. 7～9の鋼線のうち試作No. 7では通常使用される量より少ない炭素量の径5.5mmの圧延コイルを径0.2mmまで線引後、本願発明の連続真空浸炭方法により通常使用される量の炭素量にした。試作No. 8ではNo. 7と同じ圧延コイルを同様に線引後、従来の浸炭方法により通常使用される量の炭素量をねらったが、ばらつきが大きいので、所定炭素量範囲内のサンプルを選別してドットピンに引当した。試作No. 9では既に通常使用される量の炭素量を含んだ径5.5mmの圧延コイルを径0.2mmまで線引した。それぞれ工具鋼線材のうち、試作No. 1、2、4、5、7および8では通常使用される量の炭素量より低炭素の鋼線を高能率で線引後に浸炭することによって通常使用される量の炭素量の鋼線を得た。

### 【0032】

表1は、各種鋼種の圧延コイルの線引後に本願発明および従来方式による浸炭を行い、浸炭後の炭素量を6カ所測定し、ばらつきを調べた結果である。

### 【0033】

【表 1】

No	圧延コイルの化学組成 (wt %)						製法区分		線径 mm	浸炭 温度 °C	浸炭 時間 分	拡散 温度 °C	拡散 時間 分	浸炭後C%				評価 結果	
	C	Cr	W	Mo	V	Co	Fe	炭素量調整						本発明方法	従来方法	1	2	3	4
1	0.20	3.9	6.1	4.9	1.9			線引後に浸炭	0.1	950	0.27	1000	1.5	0.92	0.92	0.93	0.92	0.93	0.93
2														0.82	0.25	1.32	2.20	1.01	0.90
3	0.90	3.9	6.0	4.8	2.0			溶製材のまま											
4	0.20	3.9	6.1	4.9	1.9			線引後に浸炭	3.0	1030	10.00	1040	90.0	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.95
5														0.95	0.93	0.96	0.95	0.95	0.93
6	0.89	4.0	6.1	4.9	1.9			溶製材のまま	0.2	950	0.58	1020	3.0	1.24	1.26	1.26	1.25	1.26	1.26
7	0.35	4.0	6.3	5.1	2.8	8.0		線引後に浸炭											
8																			
9	1.25	4.0	6.2	5.2	2.7	7.9		溶製材のまま											
10																			
11	0.25	12.5		1.0	0.3			残	0.8	1000	3.00	900	12.0	1.55	1.54	1.53	1.54	1.54	1.54
12	0.90	16.3		0.5				残	0.2	900	0.85	850	3.0	1.45	1.45	1.47	1.45	1.45	1.45
13														1.24	1.36	1.04	1.25	1.19	1.45
14	0.30	13.5						残	0.2	880	0.85	850	3.0	0.55	0.56	0.54	0.56	0.54	0.54
15														0.74	1.03	0.88	0.99	0.55	0.88
16								残	0.5	900	2.00	850	4.0	1.25	1.26	1.24	1.24	1.26	
17	0.05													1.00	2.65	1.25	1.75	0.35	0.55
18	0.04	1.0						残	0.4	900	2.00	850	4.0	1.24	1.24	1.26	1.24	1.26	1.25
19														2.35	0.95	0.05	1.05	1.98	1.22
20	0.05	0.9			0.2			残	1.0	1000	2.50	900	8.0	1.20	1.19	1.21	1.20	1.19	1.20
21														1.20	2.55	2.32	1.05	0.08	1.96

表1によれば、径0.1mmの場合、従来の浸炭法では浸炭ばらつきが約2.0%に対して本発明方式では0.01%、径0.2mmでは従来の浸炭法では浸炭ばらつきが約1.5%に対して本発明方式では約0.02%と良好な結果が得られた。

比較例として示した通常使用される炭素量の圧延コイルから製作したプローブピンおよびドットピンの曲げ応力ならびにドリルの切削寿命においては、線引後に浸炭したものは従来方式および本発明方式ともに若干上回るが、その中でも、本発明方式の方がさらに良い結果が得られている。これは、本発明方式の浸炭方法がより粗大炭化物等の生じにくい優れた浸炭方法であることによる効果である。

#### 【0034】

前述した、真空浸炭方法により、ニッケルとチタンからなるニチノール線材に浸炭した結果を表2に示す。表2は、ニチノール線材に本願発明および従来方式による浸炭後の炭素量を6カ所測定し、ばらつきを調べた結果である。

#### 【0035】

【表2】

No	供給線の化学組成 ( w t % )			製法区分		浸炭時間 分	拡散温度 °C	拡散時間 分	浸炭後C%		
	C	Ti	Ni	炭素量調整	浸炭方法				1	2	3
1	0.01	45.0	55.0	供給線に浸炭	本発明方法	0.5	950	1.00	950	2.20	2.20
2				従来方法					0.50	0.25	0.99

表2に示すように、表1の鋼における結果と同様に本発明方式による浸炭による炭素量のばらつきは従来方法の浸炭にくらべて格段にばらつきが少ないことがわかる。なお、浸炭方法においては、5 kPa以下の減圧下で鎖式飽和炭化水素または鎖式不飽和炭化水素ガスまたは環状炭化水素を浸炭源とした真空浸炭法としたが真空浸炭法はプラズマを用い

る浸炭法であってもよい。5 kPa以下の減圧下で炉心管の内部の浸炭雰囲気中を連続的に鋼線が通過することにより均一に浸炭される方法であれば浸炭源の装置への供給形態が浸炭ガスであれプラズマによって活性化されたガスであってもよいことはいうまでもない。また、浸炭後の金属線が炉心缶の後半部分あるいは第2、第3の炉心缶を通過する際に、浸炭源の代わりに例えば窒素ガスを導入して表面に窒化相を形成させ、傾斜機能材料を製造することもできる。なお、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜に応用できることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0036】

【図1】本発明にかかる工具鋼鋼線の製造工程図であり、通常より炭素量の少ない鋼材を連続線引きにより高能率の冷間加工を施した後、本発明の連続真空浸炭により浸炭して、所定の炭素量の鋼線を得る。

【図2】本発明の実施の形態の一例である連続真空浸炭装置の縦断面図である。

【図3】本発明の実施の形態の中の炉心管へのガス導入および排気の仕方の例を示す説明図であり、(A)と(B)は炉心管から直接排気する場合の例であり、(C)は炉心管からの直接排気を行わない例である。

【図4】通常より炭素量の少ないSKH51相当の圧延コイルを径0.1mmまで線引後に本願発明および従来法により浸炭した鋼線と、通常炭素量のSKH51相当の圧延コイルから製作した径0.1mmのプローブピンの曲げ強度である。

【図5】通常より炭素量の少ないSKH51相当の圧延コイルを径3mmまで線引後に本願発明および従来法により浸炭した鋼線と、通常炭素量のSKH51相当の圧延コイルから製作した径3mmのドリルの切削試験結果である。

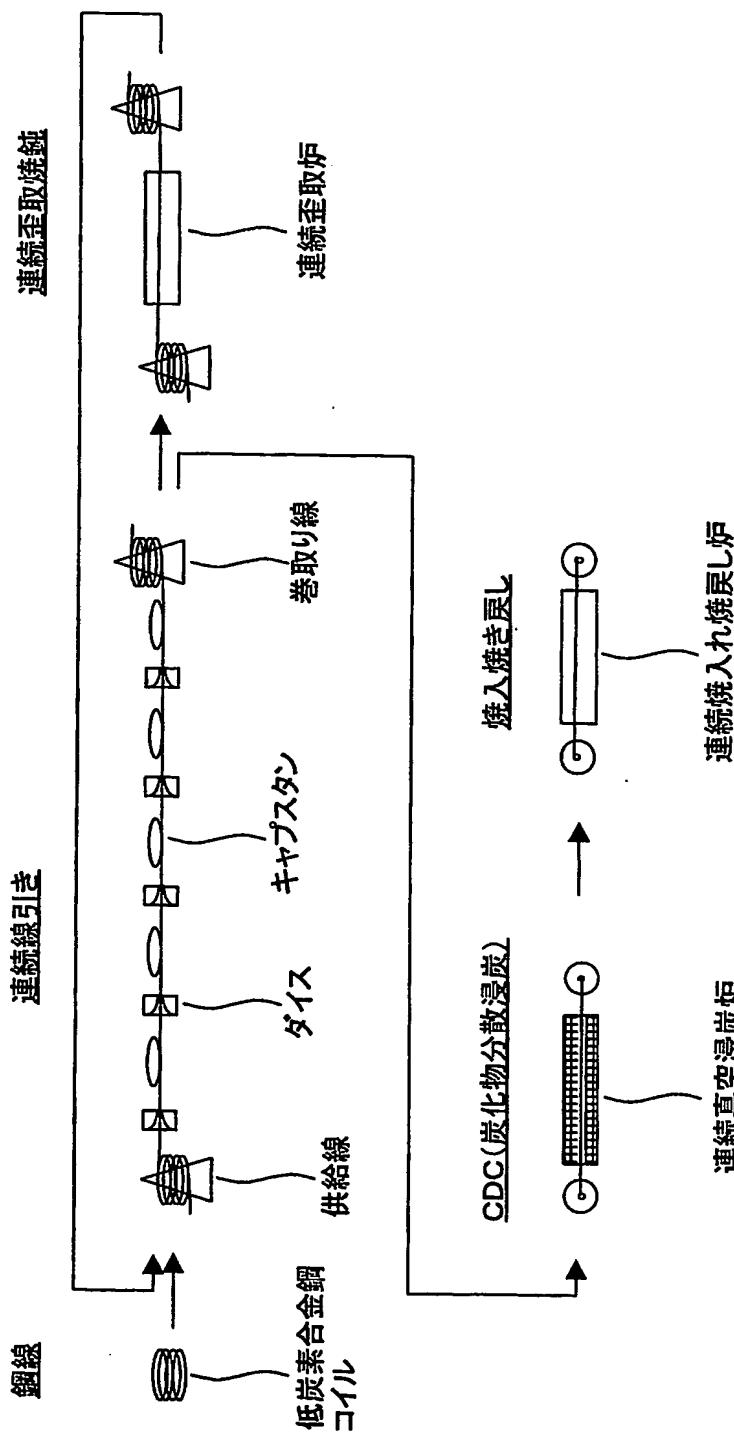
【図6】通常より炭素量の少ないCo含有高速度工具鋼の圧延コイルを径0.2mmまで線引後に本願発明および従来法により浸炭した鋼線と、通常炭素量のCo含有高速度工具鋼の圧延コイルから製作した径0.2mmのドットピンの曲げ強度である。

#### 【符号の説明】

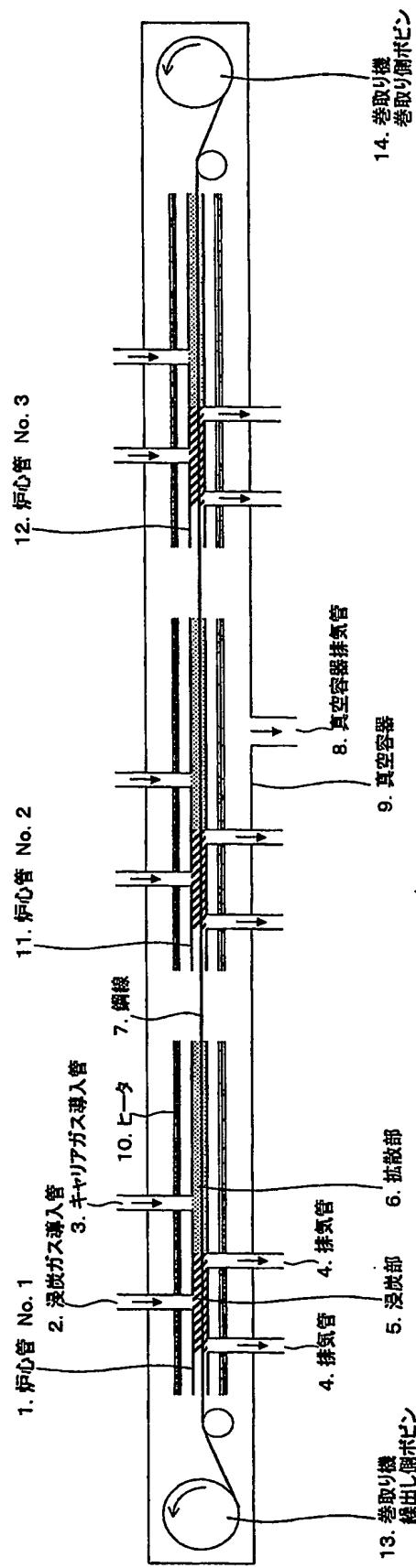
##### 【0037】

- 1、11、12 炉心管
- 2 浸炭ガス導入管
- 3 キャリアガス導入管
- 4 排気管
- 5 浸炭部
- 6 拡散部
- 7 金属線又は金属パイプ又は金属帯（鋼線）
- 8 真空容器排気管
- 9 真空容器
- 10 ヒータ

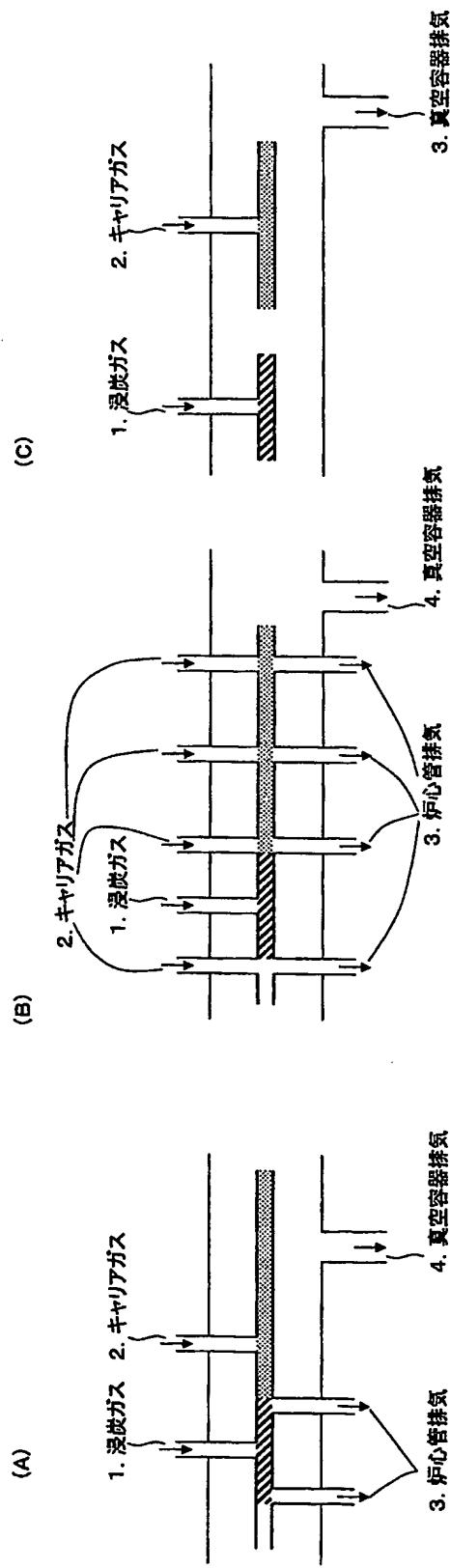
【書類名】 図面  
【図 1】



【図 2】

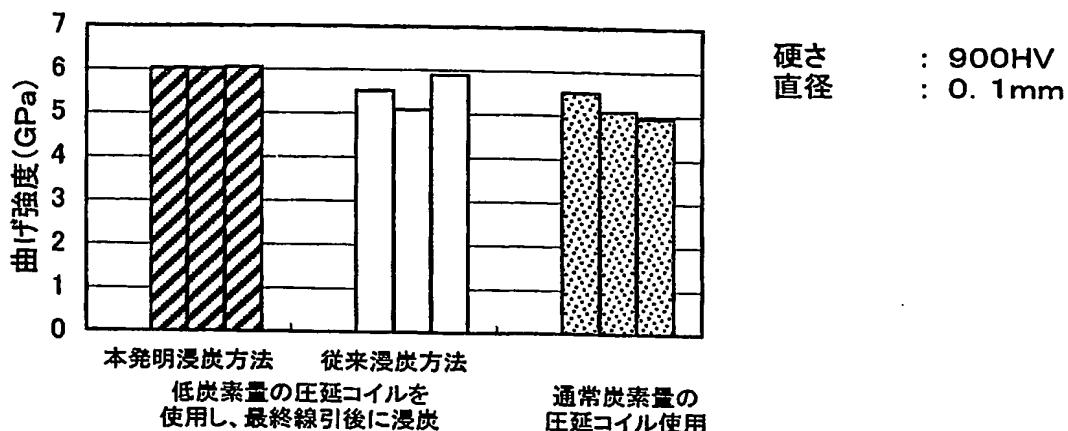


【図 3】



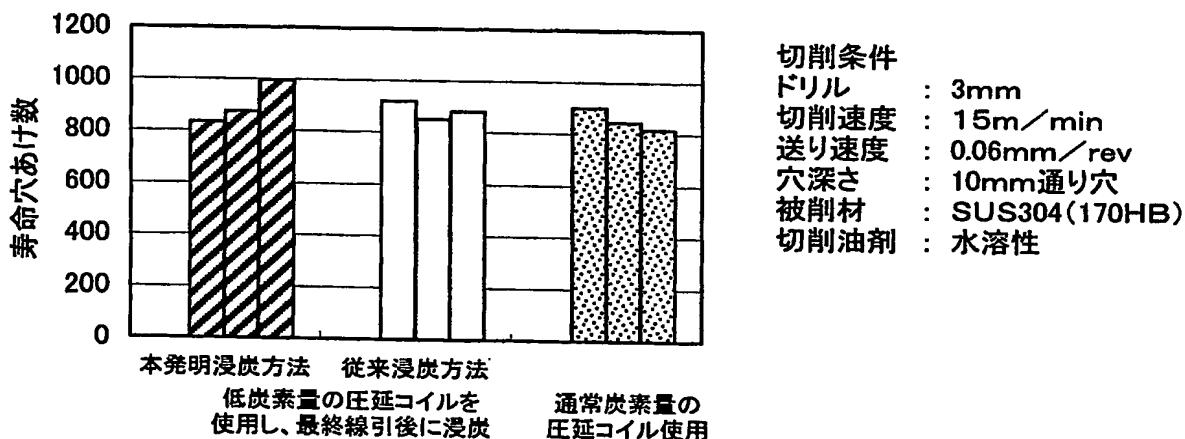
【図4】

## プローブピンの曲げ強度



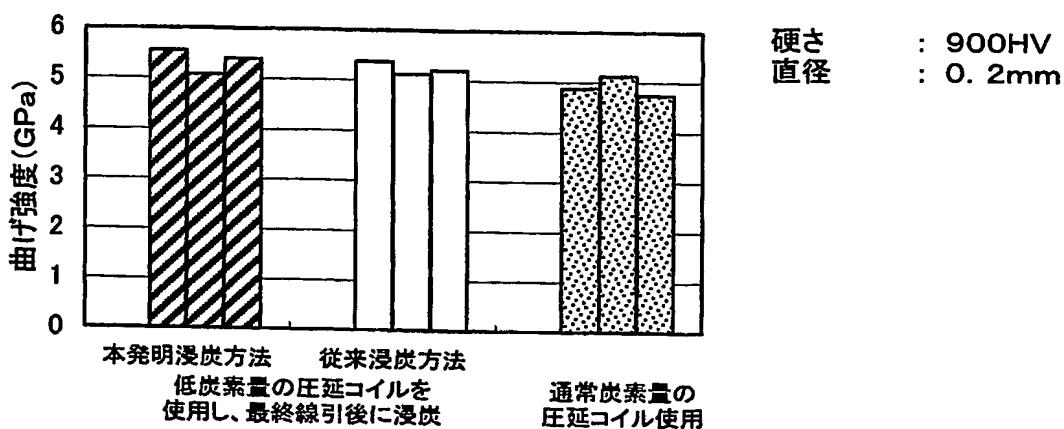
【図5】

## ドリル材の加工性能



【図6】

## ドットピンの曲げ強度



【書類名】要約書

【要約】

【課題】鋼線の浸炭量ばらつきが少なく表面酸化やステイキングの無い浸炭方法を提供。

【解決手段】金属線7等を5kPa以下で鎖式飽和炭化水素又は鎖式不飽和炭化水素ガスまたは環状炭化水素を浸炭源とした連続真空浸炭方法であって、浸炭源は850℃～1050℃に加熱された炉心管1に1箇所または複数箇所接続された配管2,4から連続的に導入、排気させ、通過する金属線等を浸炭させ、次に通過する炉心管では内部が浸炭源の存在しない真空又はキャリアガス雰囲気に調整され、金属線等の通過時に、浸炭させられた炭素を内部へ拡散する。これを複数回繰り返す。炉心管は真空容器9内部に格納する。金属線等の直径は0.02mm～3mmで表面さらには中心部まで浸炭する。炭素含有量が通常より少ない鋼を浸炭し、通常の炭素含有量を有する鋼線等を得る。さらに、ボロン、チタン等の種々の非鉄金属の炭化物形成元素、又はこれらを含むニッケルまたはコバルト合金にも適用する。

【選択図】 図2

特願 2003-271038

出願人履歴情報

識別番号

[000005197]

1. 変更年月日

[変更理由]

住 所

氏 名

1994年11月 2日

住所変更

富山県富山市不二越本町一丁目1番1号  
株式会社不二越

特願 2003-271038

出願人履歴情報

識別番号 [591149229]

1. 変更年月日 1991年 6月13日

[変更理由] 新規登録

住所 宮城県仙台市青葉区上杉3丁目5番20号  
氏名 石田 清仁